

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka, kone- ja laiteautomaatio

Tutkintotyö

Janne Tuominen

LASEROPETUKSEN KEHITTÄMINEN

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2006

Lehtori Simo Marjamäki
Pirkanmaan Taitokeskus, valvoja Tuntiopettaja Juhani Leväsluoto

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Kone- ja laiteautomaatio

Tuominen Janne Laseropetuksen kehittäminen

Tutkintotyö 22 sivua + 3 liitesivua

Työn ohjaaja Simo Marjamäki

Työn teettäjä Pirkanmaan Taitokeskus, valvoja Juhani Leväsluoto

Toukokuu 2006

Hakusanat laser, opetuksen kehittäminen

Tiivistelmä

Tutkintotyön aiheena on laseropetuksen kehittäminen toisen asteen koulutusohjelmassa. Työ on toteutettu Pirkanmaan Taitokeskukselle huomioiden sekä yritysmailman tarpeet että koulun resurssit.

Lasertyöstö on nopeasti kasvava ja kehittyvä tekniikan ala Suomessa. Alan koulutus on kuitenkin vähäistä etenkin toisen asteen koulutuksessa. Tämän tutkintotyön tarkoituksena on kehittää lasertyöstön opetusta ammattikoulussa vastaamaan yritysten tarpeita työelämässä. Tutkintotyön näkyvin osa on yrityksille tehty kysely (liite 1), jonka tulosten pohjalta on suunniteltu, mitä lasertyöstöopetuksen tulisi sisältää.

Laseropetukseen tulee entisestään lisätä työpajatyypistä opetusta. Käytännönläheisen teknisen osaamisen lisäksi laseropetuksessa tulee painottaa työelämän pelisääntöjä.

Laserleikkausopetuksen sisällön tarkastamisen ja sen laajuuden lisäämisen jälkeen Pirkanmaan Taitokeskuksella on hyvät valmiudet tulla Suomen johtavaksi laserleikkausopetuksen tuottajaksi.

TAMPERE POLYTECHNIC

Mechanical and Production Engineering

Mechanical Engineering

Tuominen Janne

Engineering Thesis

Thesis Supervisor

Commissioning Association

May 2006

Keywords

Development of laser work teaching

22 pages, 3 appendices

Simo Marjamäki

Pirkanmaan Taitokeskus, supervisor Juhani Leväsluoto

Laser, development, teaching

Abstract

Subject of this degree work is improving laser work teaching in secondary education system. The degree work has been made for the vocational school *Pirkanmaan Taitokeskus* paying regard to the needs of corporations and resources of the school.

Laser work is fast growing and developing technology business in Finland. Education of this profession is still very limited, especially in secondary education.

The function of this degree work is to develop laser work teaching in vocational school as it responds corporations' needs and interests in working life.

The most visible part of this degree work is a questionnaire for corporations. Through that questionnaire results it has been planned what laser work teaching should include. The most important thing for the corporations is that a student can make quality laser segment.

General opinion was that corporations thought that in Finland we need more laser work teaching.

Pirkanmaan Taitokeskus has a good ability to vouch for competent workers for corporations, especially if the cooperation with the local laser work companies will increase.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
Abstract.....	4
Sisällysluettelo.....	4
Lyhenteiden ja merkkien selitykset, sanasto	5
1 Johdanto.....	6
2 Pirkanmaan Taitokeskus.....	8
3 Kyselyn toteuttaminen.....	9
4 Kysely	10
5 Tulosten soveltaminen opetustyössä	15
6 Voisiko laseropetusta myydä?	21
7 Työn tulos	22
8 Lähteet	23
9 Liitteet.....	23

Lyhenteiden ja merkkien selitykset, sanasto

CO2-laser	Hiilidioksidilaser
Laser	Laservaloa tuottava laite
NC	Numeerinen ohjaus
CAM	Tietokoneavusteinen valmistus
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu
ND-Yag -laser	Lasertyyppi, jossa laserointi tapahtuu YAG -kiteen dopatussa neodyymiatomissa /1/
Merkkauslaser	Laserlaite, jolla voidaan niin sanotusti polttaa työstettävään aihioon kuvioita

1 Johdanto

Ajatus laserleikkauksen opetuksen kehittämisestä lähti Pirkanmaan Taitokeskuksen opettajan Juhani Leväsluodon ideasta. Tehdessäni tuntiopettajan sijaisuuksia Taitokeskuksessa tuli keskustelua laserleikkausopetuksen tämänhetkisestä tilasta, siitä kuinka yritysmaailman tarpeet eivät välttämättä vastaa opiskelijoiden ammattikoulusta saamia perustaitoja. Koululla on olemassa hyvät ja modernit laserlaitteistot, mutta opetusta on järjestetty toistaiseksi vain vapaavalinnaisen kurssin muodossa. Koska itselläni on työkokemusta laserleikkauksesta, aihe tutkintotyön toteutukseen oli toimiva. Työn tarkoituksena oli tehdä suunnitelma laserleikkausopetuksen parantamiseksi, joka sisältäisi merkkauksen ja laserleikkaajan yleisimpiä työtehtäviä teoriassa ja käytännössä.

Lähetin tammikuussa 2006 tätä tutkimusta varten tekemäni kyselyn sellaisiin metallialan yrityksiin Suomessa, jotka omistavat laserleikkauslaitteistoja. Alueellista rajausta kyselylle en tehnyt ja yritykset löysin internetin yrityshauilla. Kysely (liite 1) sisälsi kysymyksiä siitä, mitä ominaisuuksia yrittäjät arvostavat vastavalmistuneissa laserleikkaajissa ja mitkä seikat ovat yritysten rekrytointitilanteissa tärkeitä. Vastauksia lähetettyihin kyselyihin sain 13 kappaletta. Vastaukset olivat hyviä ja mielenkiintoisia, ja ne antoivat useita näkökulmia opetuksen kehittämissuunnitelman tekemiseen. Osa yrityksistä oli selkeästi sitä mieltä, että olisi hyvä, jos heidän ei tarvitsisi itse kouluttaa työntekijöitä. Tietysti lopullinen oppi saadaan työelämässä, kuten kaikilla ammattialoilla, mutta selkeästi olisi tarvetta perusteiden opetukseen. Suomessa oli vuonna 2001 CO₂-lasereita 200 kappaletta, ND-Yag lasereita 90 kappaletta ja merkkauksilasereita 80 kappaletta, ja tämän hetken ennuste on, että vuoteen 2010 mennessä lasertyöstön markkinat kaksinkertaistuvat /2/ ja /1/.

Lasertyöstöä on monenlaista, ja se voidaan jakaa kuuteen eri osa-alueeseen: leikkaamiseen, merkkaamiseen, sulattamiseen, poraamiseen, juottamiseen ja

höyrystämiseen. Metalliteollisuudessa käytetään eniten leikkaamista CO₂-lasereilla. Vuonna 2001 Suomessa työstölasereiden markkinat jakautuivat seuraavasti: leikkaus 56 %, merkkaus 27 %, hitsaus 15 % ja muut 2 % /2/.

Tehtävänä on kehittää Pirkanmaan Taitokeskuksen laseropetuksen tasoa yritysläheisemmäksi, jotta yrittäjien ei tarvitsisi kouluttaa työntekijöitään niin paljon kuin tällä hetkellä tarvitsee.

Laserleikkausopetus voisi hyvinkin olla oma suuntautumisvaihtoehto metallinopetuksessa. Tämän muotoinen koulutus nostaisi Taitokeskuksen profiilia osaavien ammattilaisten kouluttajana, koska oppilaiden työllistyminen on aika varmaa tällä sektorilla. Tämän osoittaa yrityksille tekemäni kyselyn tulokset.

Mielipidepalstalla Aamulehdessä 4.3.2006 kansanedustaja Marja Tiura ilmaisi ajatuksiaan ammatillisesta koulutuksesta:

”Ammatillisen koulutuksen vetovoimaa ja arvostusta on nostettava kiireellisesti. Meillä on jo nyt pula käden taitajista ja ammattiosaajia tarvitaan entistä enemmän suurten ikäluokkien jäädessä eläkkeelle. Nimenomaan tästä on Elinkeinoelämän keskusliitto muiden muassa ollut huolissaan. EK toteaa kannanotossaan 27.1.2006., että liian moni valitsee lukiokoulutuksen ammatillisen koulutuksen sijasta. Tie ammattikoulujen lisäämiseksi ei kuitenkaan ole se, että lukioiden ja ammattikoulujen opetusta lähennetään toisiinsa, vaan se, että ammatillisen koulutuksen tasoa nostetaan. Samalla nuorille on viestittävä selvemmin työmarkkinoiden koventunut kysyntä.” /4/

Tämä tutkimus palvelee juuri tuota kansanedustaja Marja Tiuran kantaa, ja tutkimusta hyödyntämällä saataisiin työmarkkinoille uusia kädentaitajia, joiden perään Tiura edellä olevassa mielipidekirjoituksessaan kuuluttaa.

2 Pirkanmaan Taitokeskus

Pirkanmaan Taitokeskusta hallinnoi Pirkanmaan ammatillisen koulutuksen kuntayhtymä, johon kuuluu Kangasala, Kuru, Kylmäkoski, Lempäälä, Nokia, Tampere, Vesilahti, Virrat ja Ylöjärvi. Taitokeskuksessa voi opiskella seuraavilla koulutusaloilla: matkailu-, ravitsemis- ja talousalalla (Marata), tekniikan ja liikenteen alalla (Tekli) sekä kulttuurin alalla. Taitokeskus toimii kuudessa eri toimipisteessä Tampereella, Ylöjärvellä ja Lempäälässä.

Tutkimukseni kohdistuu tekniikan ja liikenteen puolelle, Tampereen Nekalassa sijaitsevaan toimipisteeseen. Taitokeskuksessa on noin 1450 toisen asteen perustutkintoihin johtavaa opiskelupaikkaa, ja aikuiskoulutuspuolella opiskelee vuosittain noin 2500 opiskelijaa. Myös oppisopimuskoulutus on suosittua Taitokeskuksessa. Vuositasolla oppisopimusopiskelijoita on noin 3600. /5/

Tällä hetkellä laseropetusta Pirkanmaan Taitokeskus tarjoaa vapaavalintaisen kurssin muodossa.

3 Kyselyn toteuttaminen

Työ lähti käyntiin siitä, että mietimme vaihtoehtoja koulutuksen parantamiseksi sekä olemassa olevien koneiden tehokkaamman käytön lisäämiseksi. Tein kyselyn yrityksiin (liite 1), ja saamieni vastausten pohjalta oli helpompi lähteä tarkastelemaan asiaa paremmin.

Kysymykset tein mahdollisimman työelämläheisiksi, ja apuna käytin omaa kolmen vuoden työkokemustani laserleikkausalalta. Lähdetietona minulla oli myös vuoden 2003 vapaavalintaisen laserkurssin opetussuunnitelma, jota lähdin parantamaan /6/. Kysymykset perustuivat siihen, että jos yritykset palkkaisivat koulussa oppinsa saaneen laserleikkaajan, mitä hänen tulisi osata, mitä yritykset haluaisivat itse opettaa ja miten opetus kannattaisi painottaa. Kysymykset suuntasin yritysten johtohenkilöille. Tutkimusta tein myös haastattelemalla henkilöä, joka on käynyt vuoden mittaisen laserkurssin Keuruun aikuiskoulutuskeskuksessa vuonna 1998. Tämän jälkeen henkilö on toiminut laserleikkaajana 6 vuotta ja CAM-ohjelmoijana 2 vuotta /3/. Hänelle esittämäni kysymykset käsittelivät sitä, miten hän on hyötynyt työelämässä opiskeltuaan laserleikkauskurssilla. Haastattelussa kyselin, mitä opetuksessa olisi ollut hyvä olla lisää ja mitä vähemmän.

4 Kysely

Selkeä yhteneväinen mielipide yrityksillä oli siitä, että Suomessa tarvitaan laserleikkausopetusta. Kaikki kyselyn tähän kohtaan vastanneet olivat sitä mieltä, että ainakin kurssimuotoinen opetus alalla on tarpeen. Vastauksista ilmeni myös, että tällä hetkellä Suomessa ei ole ammattitaitoisia laserleikkaajia vapaana, sen sijaan työtä on tarjolla reilusti.

Toinen kohta kyselyssä, joka tuotti samanlaisia vastauksia kaikilta vastanneilta, oli kysymys työharjoittelijoiden käyttämisestä. Ainoastaan yhtä ”ehkä”- vastausta lukuun ottamatta kaikki yritykset olivat valmiita työllistämään työharjoittelijoita esimerkiksi loma-aikoina kesätöihin.

Viisi tärkeintä asiaa, joita laserleikkausopetuksessa tulisi yritysten näkökulmasta katsoen opettaa:

1. Tuottaa laadukkaita laserleikkeitä
2. Osaa etsiä vian, jos kone tuottaa huonoa laatua
3. Osaa lukea piirustuksia
4. Tunnistaa materiaalit ja tietää niiden erot
5. Ymmärtää siisteyden tärkeyden laserleikkaus ympäristössä.

Tärkeimpänä asiana yritykset pitivät sitä, että opiskelija osaa tuottaa laadukasta laserleikettä. Jotta laserleikkaaja oppii tuottamaan itsenäisesti laadukasta tulosta, on ammattioppilaitoksen tarjottava opetusta käytännön toimia harjoittaen. Työpajatyypinen työskentely laserleikkalaitteilla sekä työharjoittelujaksot ovat ensiarvoisen tärkeitä tämäntyyppisessä koulutusohjelmassa. Ammattitaitoisen laserleikkaajan perusedellytys on juuri se, että pystyy tuottamaan laserleikkalaitteistoilla asiakkaita miellyttäviä laadukkaita tuotteita.

Toiseksi tärkeimpänä pidettiin sitä, että opiskelija osaa etsiä vian, jos kone tuottaa huonoa laatua. Kyselyn tuloksissa korostuu se, kuinka tärkeänä yritykset pitävät opiskelijoiden käytännön taitojen hallintaa. Kaksi kyselyn tärkeimmiksi nousseista

asioista liittyvät oleellisesti laserleikkaustekniikkaan ja siihen, mitä laserleikkaus on päivittäisessä työelämässä.

Yritysten vastauksissa oli suuriakin eroja, esimerkiksi osa vastanneista ei pitänyt rahtikirjan täyttämistä osaamisen arvoisena asiana laserleikkaajan työtä ajatellen. Jotkut yrityksistä taas pitivät tämän tehtävän hallintaa erittäin tärkeänä. Edellä mainittu ristiriita vastauksissa selittyy tietysti sillä, että yrityksissä on hyvinkin isoja eroja. Suurissa yrityksissä työntekijöiden toimenkuva on paljon rajallisempi kuin pienissä yrityksissä.

Kaikkein vähiten osaamista yritykset vaativat 3D-piirtämiseen. Yksi kyselyyn vastanneista mainitsi kyseisen toimen olevan ohjelmoijan tehtävä, ei niinkään laserleikkaajan. Yritysten näkökanta asiaan on hyvin ymmärrettävä, mutta toisaalta opiskelijan etua ajatellen, laserleikkausopetukseen voisi hyvinkin sisältyä myös 2D- ja 3D-piirtäminen. Usein varsinkin pienemmissä yrityksissä laserleikkaajat siirtyvät muutaman leikkaustyövuoden jälkeen ohjelmointitöihin, joten CAD-piirtäminen ei missään tapauksessa ole huono taito oppia jo toisen asteen koulutusohjelmassa.

Myös haastattelemani laserleikkauskurssin käynyt henkilö piti saamaansa koulutusta tärkeänä. Vastaukseksi kysymyksiini sain, että vuonna 1998 Keuruun aikuiskoulutuskeskuksessa käymällä kurssilla hän on saanut eväitä työelämään lähinnä perusopetuksesta, joka sisälsi CAM-ohjelmointia, lasertyöstökoneen perusasioita ja NC-koodien opettelua. /3/. Näistä opinnoista lasertyöstön hahmottamiseen ja ymmärtämiseen on ollut apua työelämässä, ja niistä on ollut hyötyä myös käytännössä.

Asia, joka oli häirinnyt haastattelemaani henkilöä kyseisellä vuoden kestäneellä kurssilla, oli se, että käytännön tekeminen oli jäänyt vähäiseksi. Tätä taitoahan ei opi kuin tekemällä eli harjoittelemalla perusleikkaamista, jota työ yleensä on.

Tehdessäni opettajan sijaisuuksia Pirkanmaan Taitokeskuksella joulukuussa 2005, kyselin avoimesti tunnilla oppilailtani, mitä he haluaisivat opetuksen sisältävän enemmän ja mitä vähemmän. Yleinen mielipide tuntui olevan, että käytännön

tekemistä kaivattaisiin enemmän, jolloin opiskelu olisi mielekkäämpää. Tämä on harmillinen tilanne lasertyöstön opetuksessa, koska koneen käyttö on huikean kallista.

Kaasut, metalli ja sähkö ovat suurimpia kuluja, jotka tulisi kattaa tavalla tai toisella. Tämän takia otin kyselyyn (liite 1) mukaan kysymyksen, jossa tiedustelin, olisiko mahdoton ajatus, että Taitokeskus tekisi kiireaikoina oppilastyönä alihankintaa laitteilla CO2-laser, merkklauslaser ja ND-Yag. Vastauksia tuli kielteisiä, myönteisiä ja hieman empiviä, mutta suurin osa yrityksistä ei pitänyt työn teettämistä oppilaitoksessa aivan mahdottomana ajatuksena. Tällä tavoin saataisiin laserleikkaamisen käytännön opetus ehkä jopa kannattavammaksi, mutta mikä tärkeintä, oppilaat saisivat enemmän käytännön kokemusta itse työstä.

Hyvin paljon vastauksista ilmeni se, että yritykset haluaisivat laseropetuksen olevan osana metallialan perustutkintoja tai koulutus olisi aikuiskoulutuspohjaista kestoltaan 6–12 kuukautta.

Lähes kaikki yritykset ovat valmiita ottamaan oppilaita työharjoitteluun, ja mahdollisesti opiskelijat saisivat töitä näistä kyselyyn vastanneista yrityksistä. Yleensä opiskelijat pääsevät töihin yrityksiin, joissa he ovat suorittaneet työharjoittelunsa. Tosin siihen vaikuttaa myös opiskelijan oma käyttäytyminen ja yrityksen tilauskanta.

Eräs vastaajista kertoi siitä, miten hän on kohdannut opettajien suunnalta vastarintaa koulujen ja yritysten väliselle yhteistyölle. Sitä, missä tällaista vastarintaa on esiintynyt, ei ollut mainittu. Kuitenkaan Pirkanmaan Taitokeskuksen kohdalla ei voida puhua tämäntyyppisestä asenteesta, päinvastoin. Perusteluina tähän väitteeseen on tämä tutkintotyö, koska sen alkuperäinen idea on lähtenyt Taitokeskuksen opettajalta, ei itseltäni. Tämä olisi Taitokeskukselle hyvin suuri mahdollisuus kehittyä vieläkin paremmaksi opinahjoksi.

Kyselyssä (taulukko 1) vastaukset oli rajattu yhdestä viiteen. Alla on selvitys, mitä kyseiset numerot käytännössä merkitsevät. Kysymykset käsittelivät laserleikkauskoneella toimivan työntekijän yleisimpiä tehtäviä. Joukkoon laitoin myös sellaisia kysymyksiä, mitä tiedän laserleikkaajien tekevän vähemmän.

- 1= ei lainkaan tärkeä (tiedosta ei hyötyä)
2= ei tärkeää (ei pakko osata, mutta osaamisesta hyötyä)
3= melko tärkeä (olisi hyvä osata)
4= hyvin tärkeä (olisi hyvä osata hyvin)
5= erittäin tärkeä (tämä on yksi tärkeimmistä kriteereistä valitessani työntekijää)

Taulukko 1. Yrityksiin tehdyn kyselyn vastausten keskiarvot.

	Keskiarvo
1. Ymmärtää miten lasersäde tuotetaan.	2,8
2. Osaa laserleikkurin peruskomponentit ja ymmärtää mitä ne tekevät esimerkiksi resonaattori.	3,1
3. Osaa tehdä päivä- ja viikkohuollot koneelle.	4,0
4. Osaa tuottaa laadukasta laserleikettä.	4,8
5. Osaa etsiä vian, jos kone tuottaa huonoa laatua.	4,7
6. Tietävät leikkauskaasut ja mitä varten niitä käytetään	4,1
7. Tietävät resonaattorikaasut ja mitä varten niitä käytetään.	3,7
8. Ymmärtää puhtauden tärkeyden laserleikkauksessa.	4,5
9. Tunnistaa materiaalit ja tietää niiden erot.	4,5
10. Osaa levymerkinnät.	4,4
11. CAM- ohjelmointi.	3,5
12. Tuntee NC käskyt ja osaa muokata niitä.	3,8
13. Tietotekniikka (office, windows).	3,3
14. 2D-piirtäminen.	3,1
15. 3D-piirtäminen.	2,1
16. Piirustusten luku.	4,5
17. Osaa koneenrakennuksen yleisimmät standartit.	3,0
18. Hitsaus taito.	2,4
19. Koneistus taito (jyrsintä, kierteitys, poraus).	2,6
20. Käsityökalujen käyttö esim. kulmahiomakone.	3,5
21. Kattokraanan ja imukuppinostimen käyttötaito.	4,0
22. Abrasiivivesileikkaamisen perusteet.	2,4
23. Trukin käyttötaito	3,8
24. Rahtikirjan täyttö.	2,9
25. Osaa tehdä edustava ja hyvä rahtipaketti.	3,2
26. Tietää kuinka logistiikka toimii.	2,9
27. Työturvallisuuden ymmärtäminen kaikissa edellä mainituissa työvaiheissa.	4,3

Yritykset pitivät tärkeänä sitä, että työntekijä osaisi tehdä päivä- ja viikkohuoltoja koneelle. Tämä selittyy sillä, että suurimmalla osalla yrityksiä ei ole huoltomiestä viikko- ja päivähuoltoja tekemään, vaan sen tekevät leikkaajat itse muun työn ohessa. Kaikkein tärkeimpänä kuitenkin pidettiin sitä, että työntekijä osaisi tuottaa laadukasta laserleikettä, joka tarkoittaa käytännössä sitä, että laserleikattu pinta olisi hyvän näköistä ja tuotteet mittatarkkoja.

5 Tulosten soveltaminen opetustyössä

Yritysten kyselyyn antamat vastaukset osoittavat, että yritykset tarvitsevat kovasti kasvavalle alalle uusia osaajia jatkuvasti. Pirkanmaan Taitokeskuksella on hyvät resurssit kouluttaa osaavia työntekijöitä yrityksille, mikäli yhteistyötä alueen laseryritysten kanssa lisätään. Yritysten on helpompaa ottaa työharjoitteluun alan opiskelijoita ja tulevaisuudessa palkata niitä, jotka osaavat jo perusasioita. Näin ollen yritysten ei tarvitsisi itse opettaa työntekijöitään, kuten heidän on tarvinnut tehdä tähän saakka.

Kyselyn vastauksista selvisi hyvin yksimielisesti se, että mikäli kattavampaa ja monipuolisempaa ammatillista koulutusta järjestettäisiin, olisi osaaville ammattilaisille kysyntää yritysmaailmassa. Vastauksista ilmeni myös, että osaaminen on arvossaan suomalaisissa yrityksissä ja koulutusta kaivattaisiin pikaisesti. Kaikkien vastausten keskiarvo on 3,5, mistä huomaa, ettei turhia kysymyksiä eksynyt juurikaan joukkoon. Asiaan vaikutti varmasti paljon se, että olen itse toiminut laserleikkaajana ja ohjelmoijana kolme vuotta alan yrityksissä.

Siihen, miten Taitokeskuksen kannattaisi lähteä laseropetusta kehittämään, on monta vaihtoehtoa. Tutkimustuloksia lukemalla huomaa kuitenkin heti sen, että käytännön kokemusta pitäisi saada lisättyä opiskelijoille. Tämän saavuttamiseksi pitäisi kurssille valita yhtä opettajaa kohden noin kahdeksasta kymmeneen oppilasta. Se takaisi hyvän oppimisen ja tehokkaamman työskentelyn työpajassa. Jos alihankintatyötä tehtäisiin alan yrityksille, kontrollin pitäisi olla tiukkaa, koska tuotteiden, joita tehdään teollisuudelle, pitää olla sitä mitä asiakas vaatii ja niiden toimitusajat ovat yleensä kiireisiä. Kyselyn vastauksista ilmeni, että alihankintatyötä voitaisiin hyvinkin ajatella yhtenä vaihtoehtona, mikäli pelisäännöt olisivat korostetun tärkeässä asemassa. Tämä olisi mahdollistettavissa helposti: kun koulutuksessa olisi innokkaita ja vastuuntuntoisia opiskelijoita, heidät voitaisiin jakaa aina esimerkiksi neljään ryhmään. Yksi ryhmä toimisi ohjelmoinnissa ja kolme muuta laserlaitteilla.

Laserlaitteita Taitokeskuksella on kolme. Jokaisella koneella voisi toimia yhtä aikaa kaksi opiskelijaa, jolloin opiskelijan mielenkiinto säilyisi ja pysyisi kyseisessä työssä, kun yhdessä työpisteessä ei olisi liian monta henkeä yhtä aikaa. Opettaja toimisi työnjohtajana, joka neuvoisi pulmatilanteissa ja hoitaisi asiakaskontaktit.

Myös tuotekehitystyötä ehdotettiin kyselyn vastauksissa mahdolliseksi oppilastyönä toteutettavaksi. Koska tällaisissa projektiluontoisissa töissä aikataulut olisivat hiukan suopeampia, voisivat ne sopia oppilastöiksi vielä paremmin.

Tuntiopetukset sisältäisivät alan perustietoa, kuinka laserleikkauskalusto toimii, mitkä ovat laitteiden toimintaperiaatteet ja kuinka niillä tulisi toimia. Tärkeimpänä asiana teoriaopetuksessa tulisi opettaa, kuinka toimia työturvallisesti, ettei opiskelija ole tietämättään vaaraksi itselleen ja muille työskennellessään laserlaitteilla. Ekskursio-reissuja tulisi tehdä mahdollisimman paljon eri yrityksiin, jotta opiskelija saisi mahdollisimman hyvän kuvan siitä, miten oikeassa työelämässä toimitaan. Suurin osa kyselyyn vastanneista yrityksistä suhtautuu yritysvierailuihin positiivisesti, ja vierailujen kautta Taitokeskus tulisi tunnetummaksi yritysmaailmassa.

Opetusta tulee ajatella kolmena eri kokonaisuutena: lasertyöpaja, metallityöpaja ja teoriaopetus. Lasertyöpajapäivät pitäisivät sisällään laserleikkaamista, merkkäämistä sekä ohjelmointia. Ryhmien koot tulisi pitää minimissään 8–10 oppilaassa. Tämä takaa tehokkaan opetuksen ja vielä tehokkaamman oppimisen. Pienten ryhmien koulutus ei perinteisesti ole taloudellisesti kannattavaa, mutta jos työtä tehtäisiin yrityksille pienellä motivoituneella ryhmällä, työ voisi tuottaa jopa tulosta kustannustehokkuusmielessä. Näin ollen saataisiin rahallista hyötyä ja peitettyä koneen kalliita käyttökustannuksia. Työn laatu olisi parempaa, toimitusajat parempia ja luottamus Pirkanmaan Taitokeskukseen osaavana työn tuottajana kasvaisi, eikä työn teettäminen ammattikoulussa olisi niin arveluttavaa. Työpajaopetuksessa tulisi pitää tiukka kuri, että oppilaat ymmärtäisivät, ettei työelämässäkään voi mennä ja tulla kuinka huvittaa. Juuri tätä painotti vahvasti

eräs kyselyyn vastanneista yrityksistä, että työntekijän tulisi noudattaa sovittuja työaikoja ja ymmärtää työelämän pelisäännöt.

Työpajalla on hyvä käydä läpi kaikki työt, joita laserleikkaajat normaalisti tekevät työelämässä. Siihen kuuluu itse leikkaaminen, tässä tapauksessa CO2-laserilla ND-yag -laserilla ja merkklauslaserilla (kuvat 1, 2 ja 3.) Leikkaamista tulisi jokaiselle sen verran, että koneen käyttö olisi rutiininomaista. Silloin tieto jäisi myös lihasmuistiin, joka tunnetusti on ihmisillä muuta muistia pidempi.

Metallityöpajassa opiskelijan olisi hyvä oppia hitsaamista, koneistusta, poraamista, särmäämistä ynnä muuta metalliin liittyvää. Olisi hyvä, jos opiskelija ymmärtäisi metalliteollisuutta mahdollisimman paljon, koska laserleikkaus on alihankintaa juuri tuolle teollisuuden sektorille ja monialaosaajia aina tarvitaan.

Teoriaopetuksia järjestettäessä on hyvä käydä lasertyöstötekniikan pääperiaatteet, joihin kuuluu laserleikkaus, hitsaus, pintakäsittelyt, poraus, merkklaus sekä juotto. Yhdeksi tärkeimmäksi asioista nostaisin sen, että opiskelija ymmärtäisi, miten lasersäde tuotetaan ja mitä kaikkea sen tuottaminen tarvitsee. Lasersäteitä on erilaisia, ja niiden erilaisuuksien kertomiseen kannattaa panostaa, koska jo CO2- ja ND-Yag säteen tuottaminen on täysin erilaista. Diodipumpatut laserit ovatkin jo lähempänä ND-Yag laseria.

Oppimateriaalina kannattaa käyttää Veli Kujanpään, Antti Salmisen ja Jorma Vihisen 2005 tekemää *Lasertyöstö*-kirjaa /1/, joka on kaiken kattava teos ja sopii mainiosti tuntiopetukseen, myös *Lasertyöstön oppimisympäristö* -cd-rom /2/ on hyvä tähän tarkoitukseen.



Kuva 1 Bystronic CO2 -laserleikkauslaitteisto Pirkanmaan Taitokeskuksessa



Kuva 2 RJ Lasertechnik Pirkanmaan Taitokeskuksessa



Kuva 3 Lasermerkkäuslaitteisto Pirkanmaan Taitokeskuksessa

Koneiden huolto kuuluu yhtenä suurena kokonaisuutena oleellisesti laserleikkaukseen. Koneet tarvitsevat päivittäiset, viikoittaiset, kuukausittaiset ja vuosittaiset huollot. Opiskelijan olisi hyvä osata näiden huoltojen tekeminen vuosihuoltoja lukuun ottamatta. Vuosihuollot kuuluvat yleisesti ottaen koneiden merkkihuoltojen piiriin. Jokaisella koneella on valmistajan antamat huolto-ohjeet. Oppilaan olisi hyvä tehdä nämä huollot opettajan ohjeistuksen alaisena vähintään pari kertaa, mielellään useammin.

Ohjelmointi saakin jakamaan vastauksissa mielipiteet. Yleisesti CAM-ohjelmoijat ohjelmoivat ja leikkaajat leikkaavat, mutta tässä olisi Taitokeskuksen opetuksella mahdollisuus. Kun annetaan myös CAM-opetusta, niin oppilas hallitsisi perusteet koko laserleikkausprosessista, mikä olisi suuri vahvuus, kun oppilas hakeutuu alalle töihin. CAM-ohjelmia löytyykin Taitokeskukselta useampi (kuva 4), joten opetus sillä alueella olisi vaivatonta ja halpaa. Itse ohjelmien teko ei vie juuri muuta kuin ohjelmoijan aikaa, joten sitä olisi hyvä opetella niin, että oppilaitten ohjelmointitaito olisi mahdollisimman hyvä. Pelkästään ohjelmoijien työtä on tarjolla Suomessa runsaasti ja on paljon oppilaita, joita kiinnostaisi tämän kaltainen työ, jossa ei niin sanotusti tarvitse liata käsiään.

Kuva 4 CAM -ohjelmointiluokka, joka sijaitsee laserlaitteistojen välittömässä läheisyydessä



Työturvallisuutta ei sovi unohtaa; kaikki kyselyyn vastanneet yritykset olivat yhtä mieltä siitä, että turvallisuuteen pitää panostaa. Laserleikkauslaitteistoissa on useita vaaran paikkoja, jotka voivat yllättää kokeneemmankin koneen käyttäjän. Turvallisuudesta ei tulisi tinkiä ja sitä tulisi painottaa joka välissä.

6 Voisiko laseropetusta myydä?

Yritykset ostavat nykyään työntekijöilleen koulutusta, jotta heidän osaamisen tasonsa olisi noususuhdanteessa. Tästä voisi tulla Pirkanmaan Taitokeskukselle hyvä tulonlähde, jolla voitaisiin peittää kuluja, joita laserilla leikattaessa tulee. Yrityksille tietysti pitäisi olla tiiviimpi opetuspaketti kuin ammattikoulun oppilaille. Opetuksen sisältöä voitaisiin muuttaa yrityksen tarpeisiin sopivaksi tutustumalla huolellisesti yritykseen ja siihen mitkä asiat koulutettavien on tärkeintä osata.

Tässä koulutusmallissa voitaisiin myös käyttää tasokoetta, jolla kartoitettaisiin kulloisenkin työntekijän lähtötietoja ja -taitoja. Opetuksen tulisi luultavasti olla enemmiltä osin teoriaopetusta kuin pajatyötä, koska mitä luultavimmin työntekijöillä on pajatyöt hallussa, ja perusasioissa olisi varmasti parantamista. Työturvallisuus voisi esimerkiksi olla kiinteä kurssikokonaisuus, joka olisi aina kaikille sama.

Laserilla työskennellessä voi tulla suuronnettomuuksia, jolloin koneenkäyttäjän tulisi toimia oikein ja estää suuremmat vaarat. Esimerkiksi voitaisiin tehdä oma työturvallisuuskortti laserleikkaukseen tai sisällyttää se nykyiseen työturvallisuuskorttiin, jolloin siihen tulisi jonkinlainen lisämerkintä. Tästä hyvästä työntekijä saisi esimerkiksi pienen tulonlisäyksen palkkaansa.

Oppitunteja voitaisiin pitää niin materiaaliopista kuin NC-ohjelmoinnista ja niiden muokkaamisesta. Tietenkään laserin perusasioita unohtamatta kurssin pitäisi olla helposti räätälöitävissä kohderyhmän mukaan.

7 Työn tulos

Yritykset ovat halukkaita ottamaan opiskelijoita työharjoitteluun ja sitä kautta myös myöhemmin palkkaamaan valmistuneita töihin. Yritykset haluavat tietenkin, että heidän mahdolliset tulevat työntekijänsä osaavat mahdollisimman paljon laserleikkauksesta. Tähän saakka alalla on ollut erittäin minimaalinen koulutustarjonta ja kysyntä osaavista työntekijöistä ollut kova. Yrittäjien on lähes poikkeuksetta tarvinnut opettaa työntekijänsä itse oman työn ohessa ja tämä on tietenkin ollut suuri rasite, varsinkin pienyrityksissä.

Yritykset pitävät erittäin tärkeänä käytännönläheisen teknisen osaamisen lisäksi työelämän pelisääntöjen noudattamista. Tällä hetkellä ammattioppilaitosten ja yritysten välistä yhteistyötä ei ole parhaalla mahdollisella tavalla hyödynnetty. Osalla yrityksistä on selvästi asenteena se, että ammattioppilaitosten kanssa työskennellessä aikataulut pettävät ja yhteistyö ei yleensääkään toimi.

Pirkanmaan Taitokeskuksella on riittävät resurssit tulla Suomen johtavaksi laserleikkausopetuksen tuottajaksi. Tämä tosin edellyttää laserleikkausopetuksen sisällön tarkastamista ja sen laajuuden lisäämisen tutkimista toisen asteen koulutusohjelmassa.

Tämä tutkintotyö antaa hyvän lähtökohdan laserleikkausopetussuunnitelman tekemiseen. Tutkintotyö korostaa ammatillisen oppilaitoksen ja yritysten välistä yhteistyötä ja etenkin yhteistyöhalukkuutta.

8 Lähteet

- /1/ Kujanpää Veli, Salminen Antti, Vihinen Jorma. Lasertyöstö. Teknologiainfo Teknova Oy. Tampere 2005. 372 s.
- /2/ Lasertyöstö tutuksi [CD-ROM] Tampereen Teknillinen Yliopisto, Pirkanmaan Taitokeskus, Tampereen Ammattikorkeakoulu.
- /3/ Marko Raami, CAM- ohjelmoija HT Lasertekniikka Oy, keskustelu 11,02,2006
- /4/ Kansanedustaja ja Sivistysvaliokunnan jäsen Maria Tiura Aamulehden mielipide palstalla 4.3.2006
- /5/ <http://www.pirta.net/> 16,03,2006
- /6/ Vuoden 2003 Pirkanmaan Taitokeskuksen vapaavalintaisen kurssin opetussuunnitelma

9 Liitteet

1. Kysely laserleikkauskoneen omistaville yrityksille

Hei

Olen 27-vuotias insinööriopiskelija Tampereen ammattikorkeakoulusta. Minulla on laserleikkaamisesta ja CAM- ohjelmoinnista kolmenvuodentyökokemus.

Teen insinöörityönä Pirkanmaan taitokeskukselle kolmivuotisen laserleikkaajatutkinnon opetussuunnitelman.

Haluaisin laser alan yritykset mukaan tähän hankkeeseen vastaamalla alla oleviin kysymyksiin, jotta saisin mahdollisimman työelämälähtöisen opetussuunnitelman. Ajatuksena minulla on, että tulevat laserleikkaajaopiskelijat saisivat juuri sellaisen koulutuksen, kuin työelämä tarvitsee.

Kyselyn tuloksia ei käytetä muussa, kuin tutkintotyössä ja opetuksen kehittämisessä Pirkanmaan taitokeskuksessa.

Vastaa alla oleviin kysymyksiin siten, että arvostelu on 1-5.

Ajattele mitä pitäisit tärkeänä rekrytoidessasi laserleikkaajaa.

Laita vastausnumero 1-5 kysymyksen perään ja lähetä tämä kysely takaisin lähettäjälle

janne.tuominen@gmail.com

tai

Postiosoitteeseen.

Janne Tuominen

Karosenkatu 4a12

33710 Tampere

puh.044 7371029

1= ei lainkaan tärkeä (tiedosta ei hyötyä)

2= ei tärkeää (ei pakko osata, mutta osaamisesta hyötyä)

3= melko tärkeä (olisi hyvä osata)

4= hyvin tärkeä (olisi hyvä osata hyvin)

5= erittäin tärkeä (tämä on yksi tärkeimmistä kriteereistä valitessani työntekijää)

1. Ymmärtää miten lasersäde tuotetaan.

2. Osaa laserleikkurin peruskomponentit ja ymmärtää mitä ne tekevät esim. resonaattori.
3. Osaa tehdä päivä- ja viikkohuollot koneelle.
4. Osaa tuottaa laadukasta laserleikettä.
5. Osaa etsiä vian, jos kone tuottaa huonoa laatua.
6. Tietävät leikkauskaasut ja mitä varten niitä käytetään.
7. Tietävät resonaattorikaasut ja mitä varten niitä käytetään.
8. Ymmärtää puhtauden tärkeyden laserleikkauksessa.
9. Tunnistavat materiaalit ja tietää niiden erot.
10. Osaa levymerkinnät.
11. CAM- ohjelmointi.
12. Tuntee NC käskyt ja osaa muokata niitä.
13. Tietotekniikka (office, windows).
14. 2D-piirtäminen.
15. 3D-piirtäminen.
16. Piirustustenluku.
17. Osaa koneenrakennuksen yleisimmät standartit.
18. Hitsaus taito.
19. Koneistus taito (jyrsintä, kierteitys, poraus).
20. Käsityökalujen käyttö esim. kulmahiomakone.
21. Kattokraanan ja imukuppinostimen käyttötaito.
22. Abrasiivivesileikkaamisen perusteet.
23. Trukin käyttötaito
24. Rahtikirjan täyttö.
25. Osaa tehdä edustava ja hyvä rahtipaketti.
26. Tietää kuinka logistiikka toimii.
27. Työturvallisuuden ymmärtäminen kaikissa edellä mainituissa työvaiheissa.

Jos ja kun, jotain tärkeätä jäi mielestänne äskeisestä kyselystä pois niin voit kirjoittaa siitä tähän.

Tarvitaanko mielestänne Suomessa laserleikkaus opetusta ja miksi?

Olisiko yrityksenne valmis ottamaan opiskelijoita työharjoitteluun?

Onko teillä kiinnostusta palkata valmistuneita laserleikkaajia yritykseenne?

Olisiko teidän yrityksessänne mahdollisuutta käydä tulevaisuudessa excursio matkalla?

Onko aivan mahdoton ajatus, että Taitokeskus tekisi kiireaikoina teille oppilastyönä alihankintaa?

Laitteita, joilla alihankintaa voitaisiin tehdä, on CO2-laser, merkklauslaser ja ND-Yag.

Keneen voisi teidän yrityksessänne ottaa yhteyttä, jos vastasitte myöntävästi johonkin äskeisistä neljästä kysymyksestä?

Jos teillä on halua kertoa mielteistänne laserleikkaaja koulutuksen tiimoilta, niin olen valmis vierailemaan yrityksessänne teille sopivana ajankohtana.

Terveisin.

Janne Tuominen

Karosenkatu 4a12

33710 Tampere

puh.044 7371029